



JASIリサーチメモ

R6-11 号 : 2025 年 3 月 11 日

対衛星コンステレーション兵器としての軌道配備核兵器

運用理論研究室 防衛技官 林 紀行

はじめに: 衛星に対する脅威とは

2024 年 11 月 8 日に国連総会第 1 委員会で日本、米国、アルゼンチン及び 55 か国の共同提案国が共同で提出した、「宇宙空間に核兵器や大量破壊兵器を配備しないよう各国に求める決議案」が 160 カ国の賛成多数で採択されたが、ロシア、北朝鮮、イラン、シリアが反対し、中国などの 6 ケ国が棄権したとの報道¹があった。この決議案は、同趣旨の案を国連安保理に日米が共同で提出し、2024 年 4 月 24 日の採決で中国が棄権しロシアが拒否権を行使したため否決された²ものと同様のものである。なぜ、宇宙非核化決議案に対してロシアは反対の姿勢をとり、中国は棄権するのであろうか。

核兵器を宇宙に配備することで得られる利点としては、次のようなことが考えられる。まず第一点は、宇宙空間から地表に向けての核攻撃である。そして第二点は、宇宙空間に存在する衛星に対する攻撃である。

衛星への攻撃としては、現在、機能停止や破壊をもたらす手段として、衛星攻撃兵器 (ASAT : anti-satellite weapon) ³と呼ばれるものがあり、次のような方法が知られている。

- ・ミサイルによるもの
地上、洋上又は空中から発射するミサイルにより、目標とする衛星を破壊する。
- ・高出力エネルギー兵器によるもの
地上の又は航空機若しくは衛星に搭載した高出力エネルギー兵器により、目標とする衛星を破壊する。
- ・キラー衛星によるもの
衛星を破壊することを目的とした衛星を軌道上に配備し、目標とする衛星に対し高出

¹ JIJI.COM 「宇宙非核決議案を採択 日米提出、ロシアは反発—国連総会委」、2024.11.9、<https://www.jiji.com/jc/article?k=2024110900203&g=int>。

² NHK 「国連安保理 日米提出の宇宙非核化決議案 否決 ロシアが拒否権」、2024.4.25、<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20240425k10014432431000.html>。

³ 防衛省『令和元年防衛白書』、163 頁、http://www.clearing.mod.go.jp/hakusyo_data/2019/html/nc005000.html。

力エネルギー兵器を使用する、あるいは自身を目標とする衛星に直接衝突させたり、衛星を捕獲したりすることで目標とする衛星の機能を喪失させる。

宇宙空間に配備した核兵器は、これらの方法と同様に衛星の機能停止や破壊をする能力を有すると考えられる。

現代社会では、全地球航法衛星システム（GNSS）衛星を利用したナビゲーション⁴や、衛星通信⁵、衛星放送⁶、気象衛星を利用した天気予報⁷といったように、多くの場面で多くの衛星が利用されている。同様に防衛分野においても、偵察、通信やナビゲーションなど多くの用途で衛星を利用している。もし、これらの用途に使用している衛星が機能停止や機能低下に陥った場合、正確な情報を得ることができなくなり、非常に大きな影響を受けるものとなる。特に防衛用として使用されている衛星については、情報収集などの軍の運用を阻害することを目的として、敵対する国家等から衛星の機能を喪失させるための手段を講じられる可能性がある。

さらに近年では、スターリンク⁸に代表されるような、衛星コンステレーションと呼ばれる低軌道上に数千もの衛星を投入することによりシームレスで高速なデータ通信や情報収集ができるシステムも構築されている。

しかし、現在考えられている方法による ASAT では、基本的に一度に一つの衛星を破壊することしかできず、多くの衛星の機能停止や破壊を同時に行うことはできない。コンステレーション衛星によりデータ通信や情報収集をしているシステムでは数千ある衛星のうちのごく少数が破壊されたとしても、構築されているシステム全体の能力を大きく低下させることは難しいと考えられる。このためコンステレーション衛星を用いたシステム全体の能力を低減させるためには、システムを構成する衛星の機能停止や機能低下をできるだけ多く引き起こすことが必要となる。このための手段の一つとして衛星軌道上において破壊力の大きな核兵器を爆発させることは、その効果により多くの衛星の機能停止や破壊を引き起こすことが可能になるであろう。

本稿では、宇宙空間での核爆発による衛星への影響と核兵器の宇宙配備の可能性について考えていきたい。

1 Air & Space Force Magazine の記事について

2024 年 5 月 2 日の Air & Space Force Magazine には、米国防省の高官が、「ロシアは核兵器を用いた対衛星兵器を開発しており、これが低軌道で使用された場合には壊滅的な影響をもたらす」と述べた、“DoD Official Confirms Russia is Developing an ‘Indiscriminate’ Space

⁴ 国土地理院「GNSS 測位とは」、https://gsi.go.jp/denshi/denshi_aboutGNSS.html。

⁵ スカパーJSAT「衛星通信とは」、https://www.skyperfectjsat.space/jsat/satellite_communications/。

⁶ 一般社団法人衛星放送協会「衛星放送の仕組み」、<https://www.eiseihoso.org/guide/howto2.html>。

⁷ 気象庁「気象衛星の役割」、https://www.data.jma.go.jp/sat_info/himawari/role.html。

⁸ STARLINK「衛星テクノロジー」、<https://www.starlink.com./jp/technology>。

Nuke” という記事⁹が掲載された。

この記事に関連する事項として、2024 年 5 月 1 日の米下院軍事委員会において開かれた 2025 会計年度の宇宙関連予算の公聴会がある。この公聴会において、国防省のジョン・プランプ（Jhon F. Plumb） 国防次官補（宇宙政策担当）は、宇宙関連予算の内容と必要性について述べ、同時に中国、ロシア、北朝鮮、イランの宇宙開発の状況についても簡単に述べている。特にその中でロシアの対宇宙システムについて述べた部分についてまとめると次のようになる¹⁰。

- ・ロシアは電子戦、指向性エネルギー兵器、衛星攻撃システム、対宇宙用途の軌道システムなどの、攻撃的対宇宙能力を開発することで、米国の宇宙能力を弱めようとしている。
- ・ロシアが対宇宙システムへ投資している理由は、米国が軍事作戦の遂行において宇宙に過度に依存している状況を利用し、米国の軍事的優位性を相殺することを目的としている。
- ・ロシアはウクライナとの戦争で多大な喪失を被った地上軍を再建する中で、対宇宙能力への依存度を高めることになるであろう。
- ・ロシアは、ロシアの敵対国に対して宇宙ベースのサービスを提供している商用衛星を潜在的な標的と見なしていることを公式に示している。
- ・ロシアは、核兵器を搭載した新型衛星に関連して、懸念される対衛星能力を開発している。この能力は、世界中の国や企業が運用するすべての衛星だけでなく、私たちが依存している重要な通信、科学、気象、農業、商業、国家安全保障にも脅威となる可能性がある。

このように、Air & Space Force Magazine の記事でもプランプ国防次官補の発言でも、ロシアが開発していると考えられる核兵器を搭載した衛星が脅威となる可能性があるとしているが、ロシアが宇宙空間に核を搭載した衛星を配備した、あるいは配備しようとしていると明言はしていない。

2 衛星軌道上の対衛星核兵器はどういう脅威となるのか

ここで、核兵器を搭載した対衛星兵器がどのような脅威となるのか、考えていきたい。

（１）人工衛星の軌道について

まず、人工衛星の軌道と軌道上の衛星の種類について述べると、人工衛星の軌道は、大きく次の 3 種類¹¹に分けられる。

⁹ “DOD Official Confirms Russia is Developing an ‘Indiscriminate’ Space Nuke,” *AIR & SPACE FORCES MAGAZINE*, <https://www.airandspaceforces.com/dod-official-russia-indiscriminate-space-nuke/>.

¹⁰ United States House of Representative, “Statement of Dr. Jhon F. Plumb Assistant Secretary of Defense for Space Policy Before The House Armed Services Committee Subcommittee on Strategic Forces on Fiscal Year 2025 National Security Space Programs MAY 1, 2024,” p.6, <https://docs.house.gov/meetings/AS/AS29/20240501/117236/HHRG-118-AS29-Wstate-PlumbJ-20240501.pdf>.

¹¹ JAXA サテナビ「様々な人工衛星」、<https://www.satnavi.jaxa.jp/ja/satellite-knowledge/whats-eosatellite/satellyte-type/index.html>.

- ・低軌道（LEO: Low Earth Orbit）高度 200～2,000km の軌道
- ・中軌道（MEO: Middle Earth Orbit）高度 2,000～36,000km の軌道
- ・静止軌道（GEO: Geostationary Earth Orbit）高度 36,000km の軌道

そして、それぞれの軌道で運用されている衛星には、次のようなものがある。

低軌道では、例えば宇宙航空研究開発機構（JAXA）でも運用されている地球観測衛星の多くが¹²、また地球上の多くの場所で高速度でのデータ通信を可能とするスターリンク（Starlink）衛星は地上から約 550km の軌道を¹³、国際宇宙ステーション（ISS: International Space Station）は地上から約 400km の軌道を飛行している¹⁴。

中軌道では、現代生活での位置情報の取得には欠かせない、GPS をはじめとする GNSS 衛星が運用されている¹⁵。

静止軌道では、ひまわりのような気象衛星や、通信・放送衛星など常時地上の同一場所を視ることを必要とする衛星¹⁶やみちびき¹⁷のような準天頂衛星が運用されている。

（２）冷戦時の大気圏内核実験で生じた事象について

米国防脅威削減局（Defense Threat Reduction Agency）の概況報告書（Fact Sheet）によれば、米ソ冷戦中に行われたドミニク I 作戦（Operation DOMINIC I）と呼ばれる一連の核実験では、太平洋核実験場で 36 件の大気圏内核実験が行われている¹⁸。その中で 1962 年 7 月に行われたスターフィッシュ・プライム（Starfish Prime）と名付けられた実験では、1.4 メガトン¹⁹の核弾頭を高度 400km までロケットで打ち上げて爆発させている²⁰。

The Conversation²¹ に 2024 年 4 月 5 日に寄稿したマイケル・マルビヒル（Dr. Michael Mulvihill）²²の”Nukes in space: a bad idea in the 1960s – an even worse one now”²³によれば、このスターフィッシュ・プライム実験により、英国の衛星アリエル（Ariel）1 号をはじめとする低軌道上の衛星のうちの 3 分の 1 が機能を停止したとのことである。さらに地上への影響として、爆発地点から約 1,400km 離れたハワイでは街灯が数百台故障し、電話システムがダウンしたとのことである。

¹² 同上。

¹³ STARLINK、前掲注 8。

¹⁴ 株式会社 IHI エアロスペース「国際宇宙ステーション」、<https://www.ihl.co.jp/ia/products/space/iss/index.html>。

¹⁵ 内閣府宇宙開発推進事務局「各国の測位衛星」 <https://qzss.go.jp/technical/satellites/index.html>。

¹⁶ JAXA、前掲注 11。

¹⁷ みちびきの軌道は、少なくとも 1 機の衛星が常に日本の上空にあるように、静止軌道を南北に振動させた傾斜静止軌道をとる。 https://qzss.go.jp/overview/sevices/tech01_orbit.html。

¹⁸ Defense Threat Reduction Agency, “Fact Sheet Operation DOMINIC I,” p.4, [https://www.dtra.mil/portals/125/Documents/NT PR/newDocs/18-DOMINIC%20I%20-%202021.pdf](https://www.dtra.mil/portals/125/Documents/NT%20PR/newDocs/18-DOMINIC%20I%20-%202021.pdf)。

¹⁹ 1 メガトンは 1,000 トンの TNT の放出するエネルギー量と同じである。

²⁰ *Supra* note 18.

²¹ 非営利団体により無料で運営され学術研究者や専門家の知識を分かりやすいニューススタイルで伝えるオーストラリア発祥の独立系メディア・web サイトである。

²² Michael Mulvihill (Ph.D.) は、英国のティーサイド（Teesside）大学副学長研究員である。

²³ “Nukes in space: a bad idea in the 1960s-an even worse one now,” *THE CONVERSATION*, 2024.4.5, <https://theconversation.com/nukes-in-space-a-bad-idea-in-the-1960s-an-even-worse-one-now-227105>。

この時に機能停止をした衛星は、人工衛星としての寿命を迎えていたため機能停止に至ったのであろうか。実際の人工衛星の寿命は、例えば 1992 年の安全工学会誌に下平勝幸氏が寄稿した「人工衛星などの設計における寿命予測」²⁴の中で、宇宙機が受ける環境条件は真空中での放射線、太陽光の影響があるとしており、衛星の設計はこれらを考慮して衛星の目的に応じた設計寿命を設定するとしている。このようにして設計された衛星の寿命は、JAXA の「平成 27 年事業年度財務諸表」²⁵によれば、定常運用期間またはミッション期間を算出根拠として、人工衛星の耐用年数を 1～10 年としている。

米国防省核兵器局（Defense Nuclear Agency：現 国防脅威削減局（Defense Threat Reduction Agency））が作成した報告書”Operation DOMINIC I1962”にはスターフィッシュ・プライム実験で生じた事象について、次のように述べられている。まず、発射（核実験）から 4 日後の 7 月 13 日に、英国の衛星アリエルは正常に機能するために十分な電力を生成できなくなった。それから 9 月初旬までの間に、他のいくつかの衛星の太陽電池パネルが電力を生成する能力を失い始めた。これは核爆発により、地球の磁場に閉じ込められた大量の電子が発生し、その電子がパネル内で電力を生成する太陽電池に損傷を与えていたため、とされている²⁶。そして、非常に高い高度で行われた核爆発の影響により、太平洋地域全体に広範囲にわたるオーロラが発生し、場所によっては 15 分間もオーロラが観測された、との記載もある²⁷。

米航空宇宙局（NASA）が発表した”The Starfish Exo-Atmospheric, High Altitude Nuclear Weapons Test”²⁸には、この大気圏外核爆発により、約 10²⁹ 個の高エネルギー核分裂電子が磁気圏²⁹に放出され、スターフィッシュ・プライム実験の翌日に打ち上げられた米国の商用通信衛星テルスター（Telstar）は、設計時の予想の 100 倍の放射線に被曝したと推定されると記述されている³⁰。

（３）核爆発による電子の発生メカニズムについて

核爆発によって電子が発生するメカニズムについては、米国防省（United States Department of Defense）と米エネルギー開発局（Energy Research and Development Administration（現米エネルギー省：United States Department of Energy））により 1977 年に発行された”The Effects of Nuclear Weapons Third Edition”³¹に詳しく記載されており、次のように述べられている。

²⁴ 下平勝幸「人工衛星などの設計における寿命予測」『安全工学』、安全工学会、35 頁。

²⁵ JAXA「平成 27 年事業年度財務諸表」、6 頁、https://www.jaxa.jp/bout/finance/pdf/finance_27-01.pdf。

²⁶ Defense Technical Information Center, “Operation DOMINIC I-1962.DTIC,” p.229, <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA136820.pdf>。

²⁷ *Ibid.*

²⁸ NASA, “The Starfish Exo-Atmospheric, High Altitude Nuclear Weapons Test,” <https://nepp.nasa.gov/files/26652/2015-561-Stassinopoulos-Final-Paper-Web-HEART201-STARFISH-supplemental-TN26292.pdf>。

²⁹ （地球）磁気圏とは、地球の磁場の影響が強く及んでいる領域をいう。

³⁰ *Supra* note 28.

³¹ ERDA, DOD, “The Effects of Nuclear Weapons Third Edition,” p.461, <https://lib-www.lanl.gov/cgi-bin/getfile?00475365.pdf>。

核爆発による電離（イオン化）は、爆発による γ 線と中性子、残留放射線の β 粒子と γ 線、一次熱放射線に含まれるX線と紫外線、および兵器の破片の正イオンによって、直接的または間接的に生成される。特に、X線と中性子は密度が低い高層大気中を広範囲に移動する。

電離層³²のE層とF層の電子密度は、核爆発により引き起こされる直接的な電離以外に、爆発によるX線がE層とF層の空気の原子と分子に励起状態を作り出し、これらの励起した粒子が、電子密度に影響する。爆発高度が約321 km（約200マイル）を超える場合、結果として生じる変化は広範囲に及び、数時間続く可能性がある³³。スターフィッシュ・プライム実験（高度402 km（約250マイル）、1.4メガトン）バースト地点から965 km（約600マイル）以上離れたF層の電子密度の緩やかな減少は、X線によって引き起こされた大気の変化に起因している³⁴。

（４）核爆発により発生すると考えられる各種障害について

前2号で述べたように、高高度での核爆発により発生した核分裂電子と、爆発の電離層への影響により発生した電子が、電離層内で広範囲にわたって増大する。これにより、200～800kmの高度帯を軌道とする衛星は太陽電池を損傷し、機能が停止したり低下したりする可能性があり、これらの衛星を用いた通信や情報収集などを行うことができなくなる可能性がある。

また、地上ではスターフィッシュ・プライム実験の際にハワイで電話システムがダウンしたように、各種の電子機器などがシステムダウンする可能性がある。このような地上への影響は、高高度核爆発による電磁パルス（HEMP: High-Altitude Electromagnetic Pulse）³⁵として知られているものである。

このように、衛星軌道上での核爆発は、衛星の機能停止や機能低下を引き起こすだけではなく、HEMPによって地上システムの機能停止や機能低下を引き起こす可能性があると考えられる。現代社会では、スターフィッシュ・プライム実験が行われた1960年代初期と比較して衛星の利用³⁶やインターネットなどの地上通信³⁷に依存する機会が多くなっている。このため、衛星や通信などの機能が停止することが社会生活に与える影響は計り知れないほど大きなものとなる可能性がある。

しかし、衛星軌道の高さで核爆発を起こす手段としては、衛星として打ち上げ軌道上に常駐させるだけでなく、必要とする時にミサイル³⁸によって打ち上げて爆発させることも

³² 電離圏とも呼ばれる。高度およそ60km～800kmの範囲でD層（高度60～100km）、E層（高度100～150km）、F1層（高度150～200km）、F2層（200km～）に分類される。

³³ *Supra* note 31.

³⁴ *Ibid.*, p.514.

³⁵ CEND.jp「HEMPとは、高高度核爆発電磁パルスとは何か」、https://cend.jp/emc_primer/basic/hemp.html。

³⁶ 経済産業省「宇宙開発をめぐる産業の動向について」、https://www.meti.go.jp/statics/toppage/report/minikaisetu/hitokoto_kako/20220722hitokoto.html。

³⁷ 総務省「通信市場の動向について」、4頁、https://www.soumu.go.jp/main_content/000877866.pdf。

³⁸ 防衛省『平成15年度防衛白書』、319頁、http://www.clearing.mod.go.jp/hakusyo_data/2003/2003/html/1563c100.html。

できる。

では、例えば 400km の高度に必要な時にミサイル利用して核を投入し核爆発を行うことと、400km の衛星軌道上に核を搭載した衛星を打ち上げておき、必要な時に核爆発を行うこととを比較した場合にはどのような違いがあるのでしょうか。

まず、ミサイルによる打ち上げではミサイルの発射点が一つの制約となるのではないかと考えられる。ミサイルを発射するためには、固定された発射台であれ鉄道や車両などの移動式の発射台であれ、発射できる地点は自身の勢力圏内かつ打ち上げに支障のない場所に限られるとともに、高度 400km に到達する範囲は発射地点によって類推することができる。さらに、ミサイル発射の際にはこれを偵察衛星等により確認されて対抗手段を講じられる可能性がある³⁹。これに対し、衛星を利用した場合には、衛星の軌道上であれば任意の位置、任意の時に核爆発を行うことが可能となり、必要とするときに爆発の指令を送るのであれば、事前に爆発の兆候を察知することはさらに困難となる。ただし、爆発指令を送信するための送信所は自国内か自国が影響力を持つ国等に設置することとなるため、必要な時に爆発指令の信号を送信することが不可能な場合もあり、その場合には送信可能な位置を衛星が通過する際に、あらかじめ爆発日時をプログラムする信号を送信する必要が生じる。もし、軌道上に核を搭載した多数の衛星が投入され、それらが爆発した場合には核爆発による障害がより大きくなる可能性も考えられる。

また、衛星の打ち上げに際しては、打ち上げられるすべての衛星、特に軍事用についてはその細部仕様を他国が事前に確認することは難しく、軌道上にあるどの衛星が核を搭載したものであるかを知ることは困難であると考えられる。

このように、軌道上の核搭載衛星は、任意の時、任意の場所で核爆発を行うことができることから、広範囲で多数のコンステレーション衛星の機能を喪失させることができ、ミサイルによる核の打ち上げよりも有利となる。

3 衛星軌道上へ核搭載衛星を投入するための技術的基盤

衛星軌道へ核兵器を搭載した衛星を投入するとした場合の必要な技術的基盤と、その技術力を保有する国家について考えていきたい。今回は、衛星軌道上に投入した核兵器を再突入させて爆発をさせるために必要な誘導制御技術や弾頭が空力過熱により焼失することのないようにするための材料技術⁴⁰については考慮しないものとする。

(1) 衛星軌道へ核兵器を搭載した衛星を投入する場合に必要な技術とは

核兵器を搭載した衛星を衛星軌道上に投入するためには、まず目標とする軌道に投入するためのロケット打ち上げ能力、核兵器を製造し運用する能力、そして衛星を製造し運用する能力が必要であると考えられる。そしてこれら 3 つの技術的基盤を自国で持っていることが必要であろう。

衛星を自国のロケットで打ち上げる能力がない場合には、打ち上げ能力を持つ他国に核

³⁹ 防衛省「統合ミサイル防衛について」、<https://www.mod.go.jp/j/policy/defense/bmd/index.html>。

⁴⁰ 防衛省『平成 30 年度防衛白書』、76 頁、<https://www.mod.go.jp/j/publicationwp/wp2018/html/nc002000.html>。

を搭載した衛星の打ち上げを依頼することとなる。この場合、打ち上げ国の事情が優先され、必ずしも自国が希望する時期に打ち上げられる保証はない。また、衛星に核兵器を搭載していることを十分に説明せずに打ち上げを依頼した場合には、核を搭載していることを理由として打ち上げを拒否されることは十分に考えられる。そのようなリスクを回避するためには、自力でのロケットの打ち上げ能力を持つ必要がある。

核兵器については、搭載する衛星のペイロードに合わせた小型かつ十分な能力を持ったものを製造する必要がある。さらに必要な時に確実に核を作動させることができる運用能力も必要となる。もし自国で核兵器を製造する能力を持たない場合には、核兵器を保有する国等から入手しなければならないが、必要とする能力を持つものを入手することができるとは限らず、さらに運用に際しては製造国の運用者や技術者などによる指導を受ける必要が生じる場合もあり得る。このようなリスクを回避するためには、自国での核兵器の製造運用能力を持っている必要がある。

核兵器を自国で製造することができたとしても、衛星の設計製造が自国でできない場合は、自国で製造する核兵器を搭載できるような衛星の設計製造を依頼しなければならない。その際、衛星のペイロードとして核兵器の重量や大きさ、衛星と核兵器の間で信号等をやり取りする配線などの情報を依頼先に示す必要があり、それにより核兵器を搭載することを推察される可能性がある。自国で衛星と核兵器の両方の設計製造が可能であれば、衛星と核兵器の両者を同時に設計することで理想的な形で一体化することができる。また、衛星の運用を自国でできない場合には、衛星の軌道の変更などの作業を運用する他国等に依頼しなければならない。最適な位置で爆発させることができなかつたり、爆発そのものを実施できなかつたりする可能性もある。衛星を必要な時に必要な場所へと移動させ、確実に核兵器を爆破させるためには自国で衛星の運用をする必要がある。

（２）衛星軌道上へ核搭載衛星を投入するための技術を持つと考えられる国とは

現在、衛星軌道上へ核を搭載した衛星を投入できる国はどれくらいがあるだろうか。

前号で述べた３つすべての能力を持つ国としてまず、米国、ロシア、中国の３ヶ国が該当するであろう。これらの国はよく知られているように、すでに自国のロケットによる多数の衛星の打ち上げ実績があり、核保有国としても知られている。次にインドがあげられる。インドは核保有を公表⁴¹しており、先の米国、中国、ロシアと比較して実績は少ないものの自国での衛星打ち上げにも成功している。欧州は、英国とフランスが核兵器を保有しており、さらに欧州宇宙機関（ESA）⁴²による多数の衛星打ち上げ実績があることから、衛星軌道上へ核搭載衛星を投入できる技術は所持しており核を搭載した衛星を打ち上げることが可能であると考えてもよいと思われる。

⁴¹ SIPRI, “World nuclear forces 2023,” *SIPRI Yearbook 2024*, p.274, <https://www.sipri.org/sites/default/files/YB24%2007%20WNF.pdf>

⁴² 欧州宇宙機関とは、1975年にヨーロッパ各国が共同で設立した宇宙開発と研究を実施するための機関である。参加国はフランス、ドイツ、イタリア、英国など22ヶ国、主たる使用ロケットはアリアンスペース社のアリアンシリーズである。

さらに、潜在的に能力を持つ国として、北朝鮮が考えられる。北朝鮮は核兵器の保有を公表しており、さらに衛星打ち上げの実験を継続している。今後、衛星の打ち上げに成功し、大型の衛星を打ち上げることが可能になれば、衛星軌道上へ核を搭載した衛星を投入できる技術を持つことになるだろう。

4 ロシアが衛星軌道上へ核搭載衛星を投入する可能性について

ここで、Air & Space Force Magazine の記事にあるように、ロシアが核搭載衛星を衛星軌道上にすでに投入しているのか、あるいは将来その可能性があるのかについて考えてみたい。

(1) ロシアが持つ衛星軌道へ核搭載衛星を投入するための技術

ロシアは、旧ソ連時代の 1957 年 10 月 4 日に世界初の人工衛星であるスプートニク 1 号⁴³を打ち上げた国であることから分かります。衛星を軌道に投入するロケットを打ち上げる技術的基盤を古くから十分に獲得している。また核兵器の製造と運用についても、冷戦時代から多数の核兵器を製造し備蓄するなど世界でも有数の核兵器保有国であり、それにとまなう技術的基盤を持っている。さらに、衛星の製造運用に関しては、多くの打ち上げ実績とともに独自の GNSS である GLONASS⁴⁴を運用するなど技術的基盤は確立されていると考えられる。このような技術的基盤を基に、核を搭載した衛星を開発し低軌道上に投入することは十分に可能であるといえよう。

(2) ロシアにとって衛星軌道へ核搭載衛星を投入することで得られる優位性とは

ロシアが、衛星軌道上に核搭載衛星を打ち上げることで得られる優位性は何であろうか。まず、衛星によって得られる情報等に多くを依存している敵対する国家等の能力を大きく毀損することが可能になると考えられる。例えば、衛星によって得られる攻撃目標の詳しい位置情報であるとか、目標に対する精密な誘導をする能力を喪失させることが可能となると考えられる。さらに、衛星を利用したデータの伝送や通信が不可能になった場合には、敵対する国家等の部隊間の情報共有や指揮統制に大きな影響を与え、行動に制約を与えることもできると考えられる。

しかし、衛星軌道上で核を爆破させた場合には、影響を受ける衛星は敵対する国家等のものだけではない。核爆発によって生じた電子は、効果が及ぶ範囲に存在するすべての衛星に影響を与え機能を消失または低下させる。そのため、核爆発を行う前に、例えば影響を受ける位置にいる自国の衛星の軌道を変更する、あるいは重要なミッションを持った衛星には、あらかじめ可能な限りの EMP に対する防護措置をとるなど対策を実施することが考えられる。しかし、そのような対策を講じたとしても、機能の消失や低下を完全に阻止できるとは限らず影響を受ける可能性はある。

ロシアにとって自国の衛星の機能消失や機能低下といったデメリットが発生するとし

⁴³ 公益社団法人日本天文学会、「天文学辞典」、<https://astro-dic.jp/suputnik-satellites/>。

⁴⁴ 内閣府宇宙開発推進事務局、前掲注 15。

ても、それを上回るメリットが存在するのであろうか。プランプ国防次官補が公聴会で述べたように攻撃的対宇宙能力を開発する場合に、すでに持っている技術的基盤を利用できる核搭載衛星を開発することは、指向性エネルギー兵器などの他の新たな攻撃的対宇宙能力を新たに開発することと比較した場合、より安価でより早期に実用化できる可能性がある。特に、ウクライナとの戦闘により多額の戦費が必要とされていると思われる中では、攻撃的対宇宙能力をより安価にかつ迅速に獲得できることは経済的に有益だとも考えられる⁴⁵。

また、世界各地に展開することの多い米軍⁴⁶は、ロシア軍と比べてデータの伝送や通信について衛星に依存する部分がより大きくなると考えられる。そのため、核搭載衛星の核爆発により発生する衛星の機能消失や機能低下の影響により発生するデータ伝送や通信の能力の低下の影響は、米軍に対するものの方がロシア軍に対するものよりも大きくなり、世界的規模で米軍の能力を減ずる効果があると考えられる。このようなことから、ロシアにとって核搭載衛星を用いた衛星攻撃は、自国軍が被るデメリットよりも米国をはじめとする敵対する国家等の能力を減ずる効果によるメリットの方が大きいと判断することも可能であると考えられる。

（３）衛星軌道への核搭載衛星の投入は公表されるのか

衛星軌道上に核搭載衛星を投入した場合には、そのことは公表されるのであろうか。

まず、軌道上に核搭載衛星を投入したことが公表された場合に、どのようなことが起こるであろうか考えてみたい。衛星軌道上に核搭載衛星を投入したことが打ち上げた国家から正式に公表された場合には、通信や情報収集など様々なことに衛星を利用している国家等は、核爆発により生じる自国等への損害の軽減を図るために当該衛星の動向について監視する必要が生じる。さらに核爆発による影響を局限するために、核搭載衛星に対して、破壊あるいは軌道を変更する等の措置を行う必要も生じるであろう。このような措置が取られた場合には、衛星を打ち上げた国家は、衛星に対する措置を自国に対する攻撃と判断する可能性もある。

つぎに、軌道上に核搭載衛星を投入したことを公表しない場合にはどのようなことが起こるのであろうか。公表しない状態には次の２つの場合があると考えられる。まず１つ目に、核搭載衛星を打ち上げる能力を持ち、打ち上げる可能性があることを暗に表明しながらも、打ち上げ実施の有無を公表しない場合。２つ目は、打ち上げる可能性について表明することもなく、実際には軌道上に核搭載衛星を投入しその事実を公表しない場合である。１つ目の場合では、打ち上げ国以外の国家等は実際に打ち上げが行われたか否か、あるいは打ち上げようとしているのかも不明であり、当該国家によって打ち上げられたすべての衛星の動向を監視しつつ核爆発に備えた対応を準備するなど、大きな負担を強いられることとなる。次に２つ目の場合であるが、この時、打ち上げた国家からは何の情報も提供さ

⁴⁵ *Supra* note 10, p.6.

⁴⁶ U.S. Department of Defense, “Combatant Commands,” <https://www.defense.gov/About/Combatant-Commands/>.

れないことから、他の国家は軌道上に核搭載衛星が存在することを知る由もない。この状況では、打ち上げた国家にとっては非常に有利な条件となり、敵対する国家等に知られることなく核爆発を起こし、衛星の機能停止や機能低下、地上に対する高高度核爆発による電磁パルス攻撃⁴⁷を行うことも可能となる。

さらに、他の運用目的あるいは特に運用目的を持たない核を搭載していない衛星を打ち上げたときに、この衛星を核搭載衛星であると虚偽の公表を行うことも考えられる。この時、衛星を打ち上げた国家は、衛星の設計製造に際し核を搭載するための技術的、経済的負担を担うことなく、敵対する国家等に対して脅威として認識させることができ、敵対する国家等は公表された情報によって当該衛星を常時監視したり、自国の衛星の運用目的によっては、衛星が当該衛星に近づくことがないよう軌道を変更したりするといったような様々な負担を強いられることになる。

（４）ロシアが衛星軌道へ核搭載衛星を投入する可能性について

では、実際にロシアが衛星軌道へ核搭載衛星を投入する可能性、あるいはすでに投入している可能性はあるのであろうか。第１号で述べている通り、ロシアは核搭載衛星を軌道に打ち上げるための基礎的技術をすでに有している。さらに第２号でも述べている通り、核搭載衛星の打ち上げにはすでに所有する技術を利用することができるため、高エネルギー兵器などの新たな対衛星攻撃兵器を開発するよりも、安価かつ短期間で実現化することが可能であると考えられる。

また、実際に核を爆発させた場合には、自国が被る影響よりも敵対する国家等に対して与えることのできる影響の方がより大きくなると推測される。これらのことから、ロシアが衛星軌道上に核搭載衛星を打ち上げる可能性は十分にあると考えられるとともに、すでに実用化の段階である可能性も十分に考えられる。

今回の Air & Space Force Magazine の記事も公聴会でのブランプ国防次官補の発言も、ロシアからの核搭載衛星の打ち上げを実施した、あるいは打ち上げる意思があり準備が整っているといった正式な発表に基づいたものではない。しかしながら、今回の公聴会の発言では、米国はロシアが核搭載衛星を投入する可能性があると考えられる場合には対応することを示したとも考えられる。

おわりに：核兵器の宇宙配備の可能性について

今回、Air & Space Force Magazine の記事をもとに、核兵器を搭載した衛星が軌道上に投入される可能性について検討した。

核兵器を搭載した衛星を衛星軌道上に投入することは、ロケット打ち上げ能力と核兵器を製造運用する能力を持つ国家であれば技術的には十分に可能であると考えられる。

⁴⁷ NTT 宇宙環境エネルギー研究所「電磁パルスとは？HEMP など電磁パルスによる被害の仕組み・原理と対策」、<https://www.rd.ntt/se/media/article/0036.html>。

実際に、核兵器を搭載した衛星を電離層の衛星軌道上に投入し爆発させた場合には、軌道上にある敵対する国家等が利用している多数の衛星に対して破壊あるいは機能の停止や低下を生じさせることとなり、衛星を利用しているシステム等がその能力を発揮することを困難にすることができる。同時に、核爆発により発生する HEMP は地上の通信や電力等のシステムに影響を与えるため、停電や地上通信の不具合のような障害が発生し、社会的混乱等が引き起こされることも考えられる。しかし、核爆発によって引き起こされる衛星の機能停止や機能の低下は、特定の国家等の衛星を選択して実行することはできず、広範囲に存在する多くの衛星に対し影響を及ぼし、機能停止や機能の低下が発生することとなる。このように電離層内での核爆発で生じた電子が電離層内の空気の分子を励起させ電子を発生させ広範囲に広がることで、多くの衛星に対し一度に影響を及ぼすことが可能である。一方、電離層より高い高度での核爆発では、発生する電子は核爆発により生じたもののみであり、かつ発生した電子も宇宙空間を球体状に広がるため、爆発地点から離れるほど電子の密度は小さくなっていき、爆発の近傍にいる衛星以外にはほとんど影響を与えることができないものと考えられる。このため、核兵器を搭載した衛星を兵器として有効に利用するためには、電離層内の衛星軌道に投入しておく必要がある。しかし、電離層には薄くても空気が存在することから、電離層内の軌道を飛ぶ衛星は空気抵抗によって減速し徐々に高度を維持できなくなるため、例えばスラスタを用いるなどして高度を維持する必要がある。スラスタには使用回数の限度があることから、スラスタが使用できなくなった衛星は運用を終了して通常は地球に向けて降下していき焼失することとなる。核搭載衛星も同様にスラスタを使用できなくなれば高度を下げていくこととなるが、現在の核兵器の多くに使用されているトリチウム（三重水素）の半減期が約 12 年⁴⁸であり、軌道を下げつつも 10 年以上の長期にわたり低軌道の衛星に対する脅威となる能力を保持することができる。しかしながら、核兵器を搭載した衛星を大気圏内に再突入させることは他国からの非難や制裁などを受ける可能性があり、運用を終了した核搭載衛星は、燃料を必要とするが廃棄軌道⁴⁹へと遺棄されることも考えられる。

このように核兵器を搭載した衛星を電離層内で爆発させた場合には軌道上にある敵対する国家等の各種衛星やコンステレーション衛星の多くに対して影響を与えることができるが、同じ高度帯を飛ぶ自国の衛星も影響を受ける可能性があることから、実際に核を爆発させることは高いハードルになると考えられる。

しかし、近年ではスターリンクに代表されるように、高速なデータ通信を何時でもどこでも行なうことができるように低軌道に多くの衛星を打ち上げて衛星コンステレーションを構築したり、地表面などをより精細かつ継続的に観測するために観測衛星の軌道を低軌道にし、かつコンステレーション化したりするなど、低軌道を飛行する衛星の数は多くなるとともにその衛星に対する依存度は高くなっている。そのようなコンステレーション

⁴⁸ 環境省『放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（令和 4 年度版）上巻 放射線の基礎知識と健康被害』、80 頁。

⁴⁹ 墓場軌道ともいう。静止軌道よりも高度の高い軌道で、地球へ落下する可能性は非常に低い高度である。

を構成する多くの衛星に対し、同時に機能を停止あるいは低下させるためには、核搭載衛星を低軌道に打ち上げ核爆発を行うことが最も有効な方法であると考えられる。このような効果が期待できることから、それが自国の衛星に対して多少のデメリットを生じるものであっても選択する動機となり、宇宙空間、特に電離層の高度帯に核兵器が配備される可能性は十分にあるものと考えられるのではないだろうか。

【研究者紹介】

はやし のりゆき

林 紀行 防衛技官

（運用理論研究室研究員）

修士（工学）。名古屋工業大学卒。防衛大学校理工学研究科（填進材料）修了。

航空実験団（現：飛行開発実験団）で空対空、空対艦ミサイルのモニタリングテストを担当、第2術科学学校教官、航空幕僚監部技術部等での勤務ののち、第2補給処、防衛装備庁監察監査室を経て現職。専門分野は将来技術動向。

本リサーチメモにおける見解は、航空自衛隊幹部学校航空研究センターにおける研究の一環として発表する執筆者個人のものであり、防衛省又は航空自衛隊の見解を表すものではありません。